

## ASPERSÃO FIXA: ANÁLISE DE TECNOLOGIA INOVADORA PARA COMBATE DE PARTICULADOS EM SUSPENSÃO NAS VIAS DE ACESSO DE UMA MINERAÇÃO

326

Jeanny Cristhian Rodrigues Pereira Magalhães<sup>1</sup>  
Michele Gonçalves da Silva<sup>2</sup>  
Flávio Lopes Batista<sup>3</sup>  
Rosa Jussara Bonfim<sup>4</sup>

**Resumo:** O objetivo desse estudo foi apresentar uma opção economicamente viável, ambientalmente correta e mais segura para o controle de emissão de particulados nas vias de acesso da mina. Este artigo se trata do estudo dos índices de despesas em controle de poeira em uma empresa mineradora na cidade de Paracatu/MG. Foram analisados os dados da empresa referentes ao custo para manter caminhões pipas para fazer o controle dos particulados em toda extensão da mina. Após, através dos dados encontrados, comparou-se os dados de custo para manter o uso de caminhões pipas e o custo para implantação de um método novo de aspersão fixa nos principais acessos da mina, aplicando-se os resultados em uma tabela demonstrativa de custos gerais.

**Palavras-chave:** Controle de poeira; aspersão fixa; caminhões pipas; custo.

**Abstract:** The objective of this study was to present an economically viable option, environmentally correct and safer for the control of emission of particulates in the mine's access roads. This article is treated as the study of the rates of spent costs in the dust control at a mining enterprise in the city of Paracatu/MG. The data of the enterprise were analyzed referring to the cost to maintain water trucks to accomplish the control of the particulates in all the mine extension. After, through the considered data, it was compared the cost data to maintain the use of water trucks and the cost for the implantation of a new method of fixed sprinkler in the main accesses of the mine, applying the results in a demonstrative chart of the general cost datas.

**Keywords:** Dust Control; Fixed Sprinkler; Water Trucks; Cost.

<sup>1</sup>Aluna do Curso de Engenharia de Minas da Faculdade do Noroeste de Minas–Finom/Faculdade Tecsoma – Paracatu-MG

<sup>2</sup>Aluna do Curso de Engenharia de Minas da Faculdade do Noroeste de Minas–Finom/Faculdade Tecsoma – Paracatu-MG

<sup>3</sup> Professor Esp. do Curso de Engenharia de Minas da Faculdade do Noroeste de Minas – Finom/ Faculdade Tecsoma – Paracatu-MG. Email:flavioflb@hotmail.com

<sup>4</sup> Professora e co-orientadora de Trabalho de Conclusão de Curso

Recebido em 09/02/2020

Aprovado em 21/02/2020

## 1. INTRODUÇÃO

Em paralelo com a expansão de uma lavra, surgem impactos ambientais, tais como, desmate, modificação do relevo, ruídos, isto tudo, devido muitas vezes à mineração estar próxima ou se aproximando muito das cidades ou fazendas. Derísio (2017), afirma que a poluição ambiental ocorre através de atividades que liberam materiais com quantidade e características diferentes das condições normais do ambiente. Visto estes impactos, as empresas buscam incessantemente mitigar os mesmos com estratégias diversas para atingir seus objetivos de produção aliados ao bem-estar de sua equipe de operação, meio ambiente e sociedade.

A supressão dos particulados nos acessos e frentes de lavra da mina é realizada com a aspersão de água e aplicabilidade de agentes supressores de poeira (polímeros). Para umectar as vias e frentes de lavra, se faz o uso de caminhões pipas ou aspersores fixos em pontos estratégicos da mina, visando assim à mitigação dos particulados suspensos, de forma que atenda os padrões exigidos pela legislação.

As operações de lavra são um conjunto de atividades que visam retirar, carregar e transportar o material, todas essas atividades geram muitos particulados em suspensão, sendo assim é fundamental o controle adequado dos particulados, para não acarretar problemas à saúde dos operadores e transtornos à comunidade local. A poluição atmosférica por poeira ocorre devido à liberação de partículas sólidas ou líquidas em tamanhos e concentrações diferentes das condições normais do ar. (DOCKERY; POPE, 1994)

A aspersão fixa em acessos é um método inovador e eficiente, quando comparada com caminhões pipas, pois a mesma oferece menores custos de manutenção, não necessita de operadores, não emite poluição já que a mesma opera através de energia elétrica e não através de combustíveis fósseis como o diesel utilizado nos caminhões pipas e combate a poeira em suspensão de forma eficiente.

A supressão de particulados é um dos grandes gargalos da mineração, fazer um controle adequado da poeira, nas atividades de lavra é primordial, pois a mesma pode comprometer a saúde dos operadores quando inalada, além de gerar transtornos para as comunidades vizinhas e comprometer o meio ambiente.

Com o objetivo de combater a poeira gerada pelas atividades de lavra, otimizar o uso dos recursos hídricos, e com o menor custo possível, será realizado uma análise comparativa entre

dois tipos de processos de controle de poeiras, dentre eles: manutenção do processo via caminhões pipas ou um novo processo via aspersão automatizado e de forma fixa para umidificação.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

Os estudos, bem como análises para o presente trabalho, foram realizados em uma mineradora que utiliza do método de lavra a céu aberto, localizada em Minas Gerais, onde é produzido ouro (Au), de acordo com Couto (1990), a mineração a céu aberto pode ser definida como um conjunto de operações de lavra realizadas ao ar livre e em pouca profundidade, que não estejam rodeadas por rochas encaixantes.



Figura 1 Mapa demográfico representativo da região de Paracatu-MG.  
Fonte: IBGE (2017)

Utilizou-se de metodologia comparativa para análise de dados dos custos de aquisição de um novo caminhão pipa, comparando os mesmos com o custo para a instalação e operação de aspersores de fixos nos acessos principais da mina.

Atualmente, a mineradora em estudo, utiliza dois métodos para o combate de particulados suspensos, água e polímeros para a aplicação dos mesmos é necessário o uso de caminhões pipas do modelo CAT 777 que possui um tanque com capacidade de 75.000 m<sup>3</sup>(três unidades), e o caminhão pipa da Mercedes com um reservatório com capacidade 25.000 m<sup>3</sup> (seis unidades).



Figura 2: Modelo de caminhão pipa CAT 777  
Fonte: Acervo das Autoras.



Figura 3: Poeira gerada por trânsito de caminhões  
fora de estrada  
Fonte: Acervo das autoras.

A quantidade de caminhões pipas disponíveis na mina se tornaram insuficientes para a redução de poeira, de forma que atenda os padrões da empresa. Almeida (1999) afirma que existem vários materiais poluentes do ar causados pela mineração, porém a poeira é o pior agente poluidor porque está ligada a maior parte das funções de operações de lavra.

Zelando pela integridade da comunidade vizinha, de seus operadores e pelo meio ambiente iniciou-se uma busca por métodos de controle de particulados que eliminem a poeira de forma eficaz e atenda a legislação vigente. De acordo com a Norma Regulamentadora de Mineração 09 (2001), as atividades de perfuração, desmonte e transporte geram uma quantidade significativa de particulados suspensos no ar, nestes casos a empresa deve adotar medidas mitigadoras de poeira.

Foi proposta a aquisição de mais um caminhão do modelo CAT 777 ou a instalação de 113 aspersores fixos com uma distância de 48 metros entre eles, em um ângulo de 180° na lateral da via com um raio de atuação de 42 metros, em 5.400 metros de acessos da mina. Segundo Briz (2016) o sistema de aspersão fixa em vias de acessos, consiste em espalhar água vias de acesso de forma que elimine a poeira em suspensão sem gerar lama. A aspersão fixa elimina o amplo fluxo de veículos nos acessos e a despesa elevada operacional de caminhões pipas para o controle de poeira.



Figura 4: Mapa da mina indicando vias em que será utilizada a aspersão fixa.  
Fonte: Acervo das autoras.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O primeiro passo foi realizar uma pesquisa documental em busca dos dados de custos de aquisição e operacional para uma unidade de caminhão CAT 777. Realizando uma projeção dos custos nos próximos dez anos (vida útil da mina). A pesquisa documental é a busca por dados não tratados, organizados e publicados. (SANTOS, 2000). Ainda segundo o autor, o material pode ser extenso, vindo a sofrer alterações de acordo com a necessidade da pesquisa. Para a protuberância de receitas e expensas fazem a coleta de todos os dados básicos para a análise econômica, assim mostrando que a aquisição do produto compensa a soma das despesas. (PIEDADADE, 2018).

Tabela 1: Custo de aquisição e custos operacionais para o caminhão CAT 777.

US\$	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
Caminhão-pipa - Custo de aquisição (1 unidade)	214.000					214.000				
Mão de Obra - (Operadores e manutenção)	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000
Combustível	27.200	27.200	27.200	27.200	27.200	27.200	27.200	27.200	27.200	27.200
Custo de manutenção (sem mão de obra)	98.000	98.000	98.000	98.000	98.000	98.000	98.000	98.000	98.000	98.000
Custo por ano	419.200	205.200	205.200	205.200	205.200	419.200	205.200	205.200	205.200	205.200
Custo acumulado - Caminhão Pipa	419.200	624.400	829.600	1.034.800	1.240.000	1.659.200	1.864.400	2.069.600	2.274.800	2.480.000

Fonte: Empresa mineradora em estudo.

Na tabela acima pode ser observado que mesmo obtendo uma unidade de caminhão pipa do modelo CAT 777 no ano de 2020, ainda será necessário a aquisição de outro equipamento em 2025, devido a depreciação dos caminhões, ao qual é padrão em qualquer investimento com



o passar dos anos com a utilização de um bem material, o mesmo se desgasta não atendendo aos padrões exigidos pela empresa. Analisando os dados obtidos na tabela, pode ser visto que os caminhões possuem altos custos operacionais como mão de obra que deve passar por treinamentos para que seja qualificada a trabalhar atendendo os padrões de segurança operacionais da empresa, combustível (óleo diesel) o qual é um agente poluidor que contribui para a insatisfação na qualidade do ar, e custo de manutenção, bem como, ao final, somando todos os custos operacionais e de aquisição obtemos um valor US\$ 2.480.000,00 a ser gasto com caminhão pipa ao final de 10 anos.

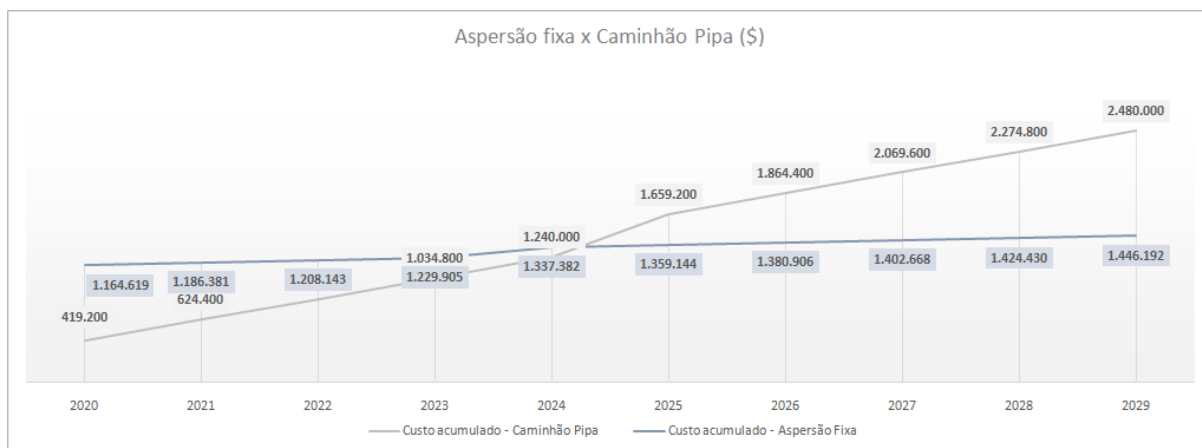
A seguir foi realizado o mesmo processo para realizar a coleta de dados para custo de aquisição e custos operacionais para a implantação de 5.400 metros de aspersão nas três principais vias de acesso da mina, e projetando os custos para o tempo em que a mina continuará em operação.

Tabela 2: Tabela de custos operacionais e de implantação para aspersão fixa.

US\$	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
Aspersão Fixa - Custo de Aquisição - (5.400 m)	1.142.857				85.714					
Energia	11.476	11.476	11.476	11.476	11.476	11.476	11.476	11.476	11.476	11.476
Custo de Manutenção	10.286	10.286	10.286	10.286	10.286	10.286	10.286	10.286	10.286	10.286
Custo por ano	1.164.619	21.762	21.762	21.762	107.476	21.762	21.762	21.762	21.762	21.762
<b>Custo acumulado - Aspersão Fixa</b>	<b>1.164.619</b>	<b>1.186.381</b>	<b>1.208.143</b>	<b>1.229.905</b>	<b>1.337.382</b>	<b>1.359.144</b>	<b>1.380.906</b>	<b>1.402.668</b>	<b>1.424.430</b>	<b>1.446.192</b>

Fonte: Irricom (2019)

A segunda tabela evidencia que o custo de implantação para a aspersão fixa é maior que o custo para a aquisição de um caminhão, porém é possível notar que a aspersão fixa não possui gastos com mão de obra, pois tem acionamento automático, é elétrica e não consome combustível fóssil em sua operação e possui um custo de manutenção inferior em relação ao caminhão pipa, analisando o valor acumulado final em 2029 a aspersão fixa terá um custo total neste período de US\$ 1.446.192,00.



Fonte: Empresa mineradora em estudo.

O gráfico acima mostra os custos acumulados do caminhão pipa e da aspersão fixa, é possível constatar claramente em um período extenso que a aspersão fixa é a melhor opção avaliando economicamente o investimento para a empresa, sendo que a mesma irá gerar uma redução de custo de cerca de 41.68% com relação ao uso do caminhão pipa.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No presente trabalho, foi possível observar que a aspersão fixa instalada nos trajetos percorridos pelos equipamentos móveis da mina, é a melhor opção para o controle de particulados, pois a mesma consome energia limpa, diminuindo a poluição gerada por combustíveis fósseis, diminui o fluxo de máquinas nos acessos, reduzindo a probabilidade de ocorrências de acidentes com pessoas, bens e equipamentos, bem como, possui acionamento automático controlado pelo sistema de despacho, ao qual não se torna mais necessária a presença ou atuação de pessoal em campo, com aspersão fixa é possível determinar um volume exato de uso e ou consumo de água para tal, proporcionando assim a sustentabilidade dos nossos recursos naturais escassos. Portanto, fica mais do que comprovada que a adoção deste método de controle é o mais viável economicamente para a mineradora em questão

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, I. T. **A Poluição atmosférica por material particulado na mineração a céu aberto**. Dissertação de Mestrado. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1999.

333

BRIZ, Jessica. Aspersão fixa: tecnologia eficiente gera redução de custos no controle de poeira. **Minérios e Minerais**, 2016. Disponível em:  
< <https://revistaminérios.com.br/aspersao-fixa-tecnologia-eficiente-gera-reducao-de-custos-no-controle-de-poeira/>>. Acesso em: 15 nov. 2019.

COUTO, Rui. **Lavras a céu aberto e equipamentos principais**. Dissertação de Doutorado. Escola de Engenharia da Universidade do Porto, 1990.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL. NRM-01 a NRM-22: normas reguladoras de mineração - portaria nº 237. Brasília, 2001.

DERISIO, José Carlos. **Introdução ao controle de poluição ambiental**. 5. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2017.

DOCKERY, Douglas; POPE, Arden. Acute respiratory effects of particulate air pollution. **Harvard School**, Massachusetts, p.109. 1994. Disponível em <https://www.annualreviews.org/doi/pdf/10.1146/annurev.pu.15.050194.000543>. Acesso em: 05 nov.2019.

PIEDADE FILHO, Waldomiro. Projeção de receitas, custos e despesas nos projetos de viabilidade econômico-financeira. **Revista Pensamentos e Realidade**, São Paulo, v. 3, 2018.